

## 5. 記録的積雪に見舞われた二層式低騒音舗装の積雪後の騒音低減性能

### Noise Reduction Performance after Snow Falls of Two-layer Type Low-noise Pavement which Experienced Record Heavy Snow

技術支援課 田中 輝栄、上野 慎一郎

#### 1. はじめに

東京都（以下、都という）は、“今後の道路舗装整備（車道）の進め方（2004年3月19日 東京都技監決定）”いわゆる“車道舗装体系”<sup>1)</sup>を設定し、それまで夜間要請限度超過区間<sup>2),3)</sup>に適用していた低騒音舗装を夜間環境基準超過区間に拡大適用することとした<sup>4),5),6)</sup>。更に、2005年3月、これまでの検証結果に基づき、さらなる騒音低減性能を有する二層式低騒音舗装の設計施工要領(案)<sup>7)</sup>を作成、局基準化し、2005年4月より、都内主要幹線道路である環状七号線や環状八号線など優先的対策道路区間<sup>8)</sup>に適用している。

本文は、沿道環境騒音を低減させることを目的として開発し導入してきた二層式低騒音舗装の固有性能である騒音低減性能に対する指標としたタイヤ/路面騒音について調査、整理した結果を示し、この結果を基礎として、2014年2月、1969年以来45年ぶりの都内における記録的積雪(26cm)<sup>9)</sup>に見舞われ、チェーン装着タイヤなどスリップ対策をした車両の走行に曝された二層式低騒音舗装の騒音低減性能について検討した結果を報告するものである。

なお、本調査結果は、2012年に概成した「低騒音舗装の設計施工と維持補修に関する要領（センター案）」に適用している騒音低減性能の供用性曲線の更新のための基礎資料となるものである。



図-1 都における騒音低減性能をもつ舗装の導入経緯

#### 2. 導入の経緯と実績

##### (1) 導入経緯

都における騒音低減性能を有する舗装に関する導入

経緯は図-1 のとおりであり、13mmtop 低騒音舗装（以下、13mmtop 低騒音という）は 1995 年度本格導入後

20年経過し、二層式低騒音舗装（以下、二層式という）は2005年度本格導入後10年経過している。

(2) 導入実績

二層式の本格導入を開始した2005年度から2013年

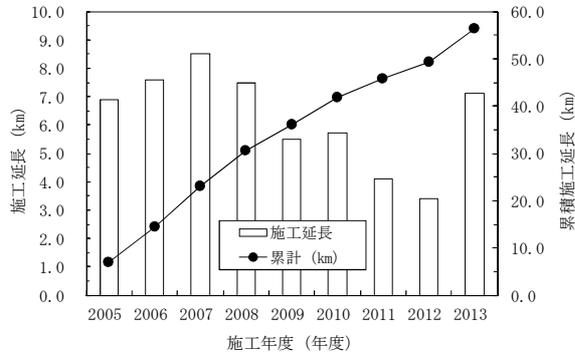


図-2 二層式低騒音舗装の施工延長

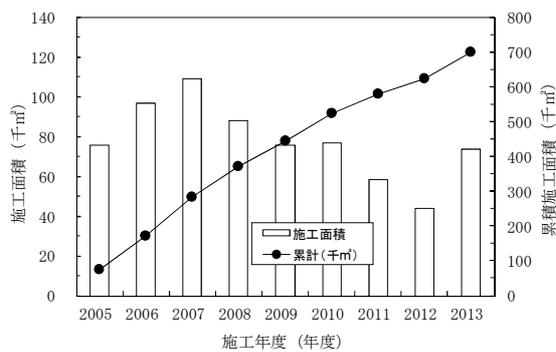


図-3 二層式低騒音舗装の施工面積

表-1 都知事管理道路の優先的対策道路区間

対象路線	対策延長 (km)
環状七号線	55.0
環状八号線	25.7
笹目通り	3.7
目白通り・新目白通り	9.8
中原街道	5.0
目黒通り	5.4
甲州街道	9.0
計	113.6

度までの9年間の施工実績は、施工延長が図-2、施工面積が図-3に示すとおりである。なお、表-1は、二層式の適用対象としている優先的対策道路区間の対象路線と対策延長である<sup>8)</sup>。

- ① 施工延長は、2013年度までの9年間で、累計55km余りである
- ② 施工面積は、2013年度までの9年間で、累計650千㎡余りである。

3. 構造

自動車の主たる騒音源として、エンジン騒音、排気系騒音、吸気系騒音、タイヤ/路面騒音、駆動系騒音、

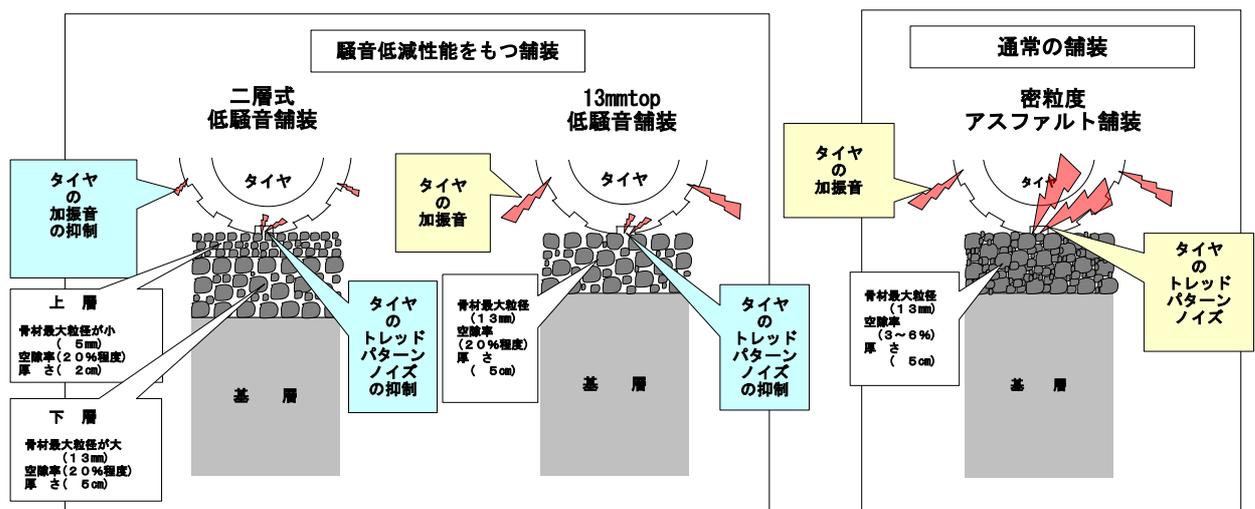


図-4 騒音低減性能をもつ舗装と通常の舗装の構造比較

冷却系騒音などがある<sup>10)</sup>。タイヤ/路面騒音は、タイヤと路面上の相互作用によって発生される騒音をいう<sup>11)</sup>。

騒音低減性能を有する舗装と通常の舗装の構造比較を、図-4 に示す。

13mmtop 低騒音のタイヤ/路面騒音を低減する層(以下、タイヤ/路面騒音低減機能層という)が20%程度の高空隙率を有するポーラスアスファルト混合物の層が一層であるのに対し、二層式は20%程度の高空隙率を有するポーラスアスファルト混合物の層を二層にした構造である。二層のうち上層アスファルト混合物層は、下層アスファルト混合物層に使用するポーラスアスファルト混合物の最大粒径より小さい最大粒径の骨材を使用している。この構造により、タイヤ/路面騒音であるトレッドパターンによるエアポンピング音とタイヤ加振音が抑制され、13mmtop 低騒音より大きな低減効果が発揮される。

その基本構造は図-4 に示すとおり、タイヤ/路面騒音低減機能層が表層の役割を兼ね、それ以外は、通常の舗装と同一の構造をなすものである。以下は、各種構造の試験施工に対する検証の結果、確立した都の二層式の構造である<sup>12)</sup>。

- ① タイヤ/路面騒音低減機能層の厚さは、7cm を標準としている。
- ② タイヤ/路面騒音低減機能層の厚さ 7cm は、上層部 2cm、下層部 5cm の構成としている。
  - ・ 上層部 2cm に適用するアスファルト混合物は、骨材の最大粒径 5mm、目標空隙率 18~25%のポーラスアスファルト混合物を標準としている。
  - ・ 下層部 5cm に適用するアスファルト混合物は、骨材の最大粒径 13mm、目標空隙率 16~22%のポーラスアスファルト混合物を標準としている。このアスファルト混合物は、都の 13mmtop 低騒音と同一仕様である。
- ③ 使用するバインダは、上層アスファルト混合物には高耐久性ポリマー改質アスファルト H 型、下層アスファルト混合物にはポリマー改質アスファルト H 型としている。
- ④ 下層および上層アスファルト混合物層の二層は、同時施工としている。
- ⑤ タイヤ/路面騒音低減機能層を支持する基層は、

粗粒度アスファルト混合物で、バインダはポリマー改質アスファルト II 型としている。

- ⑥ 表層を構成するタイヤ/路面騒音低減機能層のポーラスアスファルト混合物の等値換算係数は 1.00 としている。
- ⑦ 構造は、①~⑥を標準としているが、技術の発展を考慮し、より合理的な方法があれば積極的に採用を検討することとしている。

## 4. 調査概要

### (1) 騒音低減性能の供用性に関する調査

- ① 本調査は、二層式における騒音低減性能の供用性を調査し、騒音低減性能の供用性曲線を把握するために行った。
- ② 騒音低減性能の指標は、異なる舗装路面(舗装種類、供用時間など)間の発生音の差が直接的に比較できるタイヤ/路面騒音とした。タイヤ/路面騒音は、自動車走行タイヤと舗装路面が接触し発生する音をタイヤ近傍に装着したマイクロフォンで測定するタイヤ近接音である。以下、本測定装置を騒音測定車という。
- ③ タイヤ/路面騒音は、周波数重み付け特性 A、時間重み付け Fast の音圧レベルである。
- ④ 調査対象道路は、通称道路名環七通り(主要地方道環状七号線(第 318 号)、主要地方道王子金町江戸川線(第 307 号))(以下、環七という)である。
- ⑤ 調査対象区間は、道路管理部所管事業の路面補修工事により、2005~2014 年の間に施工された二層式区間から抽出した。なお、施工直後データ(供用時間ゼロか月)は路面補修工事における騒音測定車による測定値、供用後データは追跡調査における騒音測定車による測定値である。
- ⑥ 騒音低減性能の供用性はタイヤ/路面騒音と供用時間(月)により整理し、供用時間(月)に対するタイヤ/路面騒音の供用性曲線を回帰分析により算定した。

### (2) 2014 年 2 月積雪後の騒音低減性能の調査

- ① 2014 年 2 月積雪時、チェーン装着タイヤなどスリップ対策をした車両の走行に曝された二層式の積雪後における騒音低減性能を検討するために行った。

表-2 調査対象区間

調査区名	施工場所		測定車線	施工年月	調査年月と舗装経過月数(か月)		
	区名	町名			2013年1月	2014年1月	2014年7月
					経過月数	経過月数	経過月数
1	小茂根3	板橋区 小茂根3	内	2005. 9	88	100	106
2	柿の木坂1	目黒区 柿の木坂1~碑文谷5	外	2005. 10	87	99	105
3	栗原3	足立区 栗原3~西新井栄町3	外	2006. 2	83	95	101
4	北千束2	大田区 北千束2	外	2007. 2	71	—	89
5	北千束1	大田区 北千束1~目黒区南1	外	2007. 8	65	—	83
6	上池台4	大田区 南馬込1~上池台4	外	2007. 10	63	—	81
7	野方6	中野区 野方6~丸山1	外	2008. 10	51	—	69
8	大森西2	大田区 大森西2	外	2008. 11	50	—	68
9	堀ノ内1	杉並区 堀ノ内1	外	2009. 10	39	—	57
10	南馬込1	大田区 南馬込2~1	外	2010. 8	29	—	47
11	一之江2	江戸川区 一之江2~一之江4	外	2012. 3	10	22	28
12	南馬込2	大田区 南馬込2~山王2	外	2012. 5	8	20	26
13	和泉1	杉並区 和泉1~方南1	内	2012. 8	5	17	23
14	江戸川6	江戸川区 江戸川6	内	2012. 8	5	17	23
15	小竹町2	練馬区 小竹町2~板橋区小茂根2	外	2012. 10	3	15	21
16	中十条3	北区 十条仲原3~中十条3	外	2012. 11	2	14	20
17	島根3②	足立区 島根3~梅島2 ②	外	2013. 3	—	10	16
18	高円寺南4	杉並区 高円寺南4~中野区野方1	外	2013. 10	—	3	9
19	東山町	板橋区 東山町~南常盤台1	内	2013. 10	—	3	9
20	一之江1	江戸川区 一之江1~一之江5	外	2013. 10	—	3	9
21	十条仲原2	北区 上十条5~十条仲原2	内	2013. 12	—	1	7
22	椿2	足立区 椿2~江北5	内	2014. 2	—	0	6

- ② 騒音低減性能の指標は、(1)の調査結果を基礎として分析するため、タイヤ/路面騒音とした。
- ③ 積雪後の騒音低減性能の評価は、環七の二層式区間から抽出した表-2に示す2005~2014年の間に施工された22区間に対して行った。
- ④ 積雪前後の騒音低減性能の差は、積雪前後のタイヤ/路面騒音の比較により評価した。
- ⑤ 積雪後のタイヤ/路面騒音の調査は、表-2に示すとおり、2014年7月に行った。
- ⑥ 積雪前のタイヤ/路面騒音は、表-2に示すとおり、2013年1月、2014年1月に行った追跡調査結果を適用した。

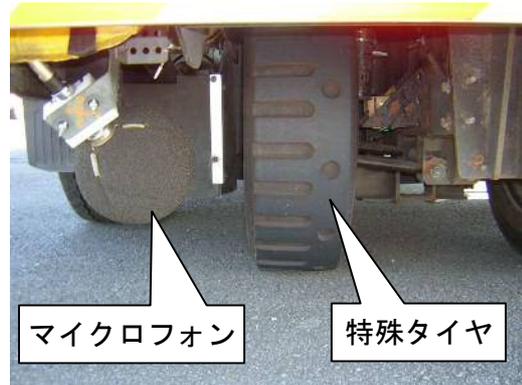
(3) タイヤ/路面騒音の測定

1) 騒音測定車

騒音測定車の本体を写真-1に、測定部を写真-2に示す。写真-2に示す試験輪である特殊タイヤより発生するタイヤ/路面騒音は30~60km/h程度での測定が可能であり、また、市販リブタイヤに比べ広い周波数範囲で音圧レベル差が増幅されるので、街路における



写真-1 タイヤ/路面騒音測定車の全景



マイクフォン

特殊タイヤ

写真-2 タイヤ/路面騒音測定車の測定部

舗装路面に対して発生するタイヤ/路面騒音の変化を比較するのに適している。騒音測定車の仕様は表-3のとおりである。

## 2) 測定方法

測定は、舗装性能評価法（(公社)日本道路協会）の「騒音値を求めるための舗装路面騒音測定車によるタイヤ/路面騒音測定方法」<sup>13)</sup>を基本とし、表-4に示す測定条件により実施した。

- ① 測定する車線の全延長を対象に、騒音測定車を一定速度で走行させ、舗装路面に対して特殊タイヤを2.45kNの荷重でかけて発生するエアポンピング音（特殊タイヤ音）をタイヤ近接部に設置したマイクロフォン（単一指向性マイク）で捉え、データレコーダに記録した。
- ② タイヤ/路面騒音は各3回測定を行い、再現性を確認し、解析を行った。
- ③ 測定したタイヤ/路面騒音は、周波数重み付け特性A、時間重み付けFastの音圧レベルとした。
- ④ 測定したタイヤ/路面騒音は、調査対象区間の約100mごとに0.1秒間隔でサンプリングし、サンプリングした全データを平均した等価騒音レベル(LAeq)により解析を行った。また、タイヤ/路面騒音の1/3オクターブバンドによる周波数分析により、周波数特性について考察した。

## 5. 調査結果

### (1) 騒音低減性能の供用性曲線

#### 1) 二層式および13mmtop低騒音のタイヤ/路面騒音の供用性曲線

二層式および13mmtop低騒音の騒音低減性能の指標としたタイヤ/路面騒音に対する供用性曲線を回帰分析により作成した。二層式のタイヤ/路面騒音の測定値は、2005～2014年1月（積雪前）までの騒音測定車による測定結果である。また、13mmtop低騒音の供用性曲線は、従前に作成したものである<sup>14)</sup>。二層式および13mmtop低騒音のタイヤ/路面騒音の供用性曲線を、図-5に示す。図-5は、横軸が供用時間（月）、縦軸がタイヤ/路面騒音である。図-5において、13mmtop低騒音は○、二層式は●である。

#### ① 13mmtop低騒音のタイヤ/路面騒音の供用性曲線

表-3 タイヤ/路面騒音測定車の仕様

項目		仕様
車両	総重量	2830 kg
	全長	571 cm
	全幅	194 cm
	全高	259 cm
	車種	メルセデスベンツ トランスポータTIN314
測定	測定項目	タイヤ/路面騒音
	タイヤ緒元	特殊タイヤ195/65R15
	トレッド幅 (測定輪の間隔)	600 mm
	載荷質量	2.45 kN/タイヤ
	測定速度	50 km/h
	騒音測定器	JIS C 1502
	記録装置	データレコーダ
	マイク	単一指向性 (風切り音防止フード付き)

表-4 タイヤ/路面騒音の測定条件

項目	適用
走行速度	50 km/hを基本（平均 50±0.5 km/h）
測定位置	各車線の外側車輪通過位置（OWP）
測定回数	対象車線毎に3回測定を基本
サンプリング間隔	0.1 秒毎
サンプリング個数	約 70 個/100m
騒音計	周波数補正回路 A特性 (風切雑音の影響考慮)
評価値	サンプリングした全データを平均した 等価騒音レベル (LAeq)
路面状態と天候	降雨後1日以上経過した 路面乾燥状態の晴天時

$$y_1 = -0.0003 \cdot x^2 + 0.097 \cdot x + 88.9 \quad (\text{式-1})$$

x : 供用時間 (月)

#### ② 二層式のタイヤ/路面騒音の供用性曲線

$$y_2 = -0.0002 \cdot x^2 + 0.078 \cdot x + 87.8 \quad (\text{式-2})$$

x : 供用時間 (月)

③ 100 か月 (8 年程度) 供用した時点でも、二層式が、供用開始直後の二層式と13mmtop低騒音とのタイヤ/路面騒音の差1～2 dBを維持し、下回っている。

#### ④ 二層式および13mmtop低騒音のタイヤ/路面騒音

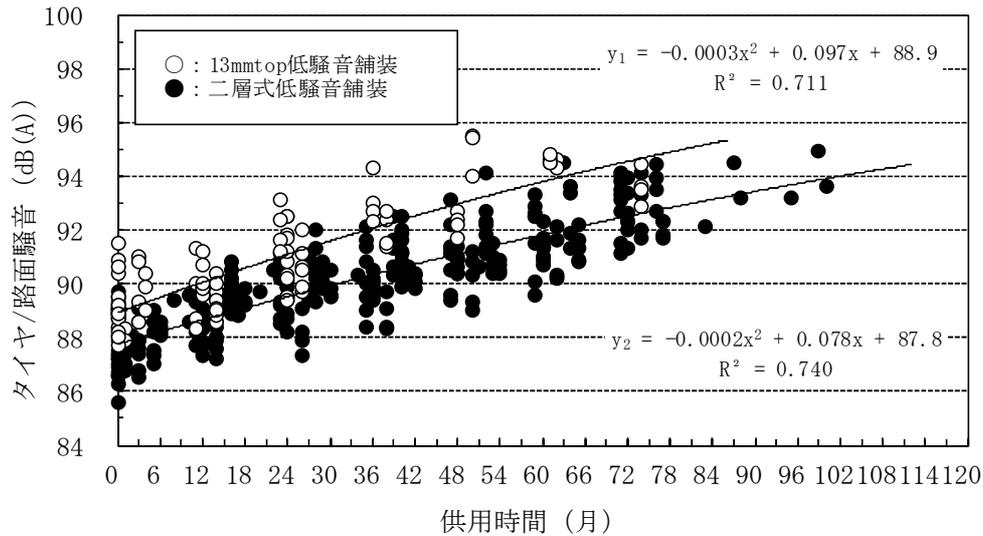


図-5 二層式と13mmtop低騒音におけるタイヤ/路面騒音の供用性曲線

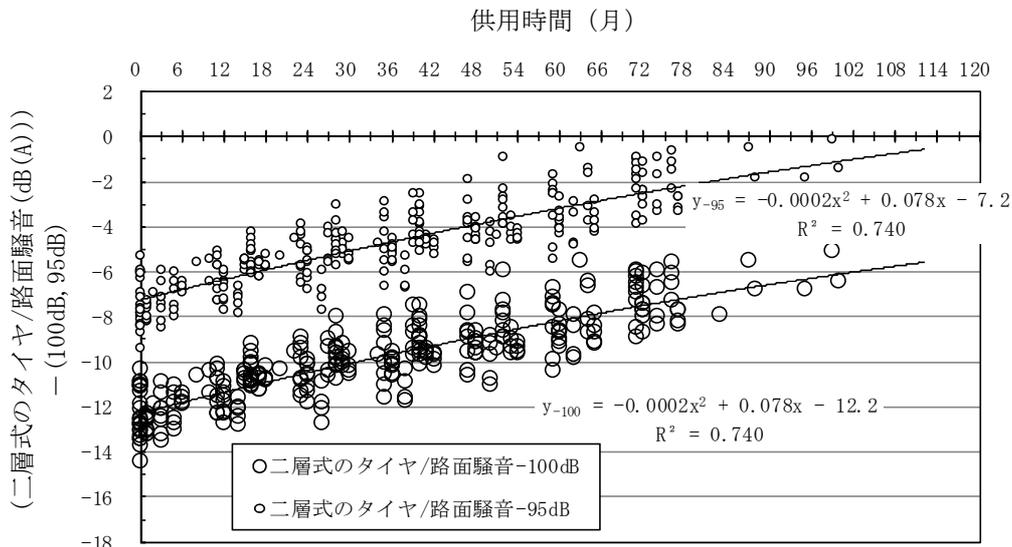


図-6 (二層式のタイヤ/路面騒音) - (100dB, 95dB) の供用性曲線

の供用性変化の割合（経時変化の割合）は、同程度である。

## 2) 二層式と密粒度アスファルト舗装のタイヤ/路面騒音の比較

図-5 に示した二層式のタイヤ/路面騒音から、標準的なアスファルト舗装である密粒度アスファルト舗装（以下、密粒度という）の「①供用時間ゼロか月（施工直後）のタイヤ/路面騒音平均値を差し引いた供用性曲線」および「②供用中のタイヤ/路面騒音平均値を差し引いた供用性曲線」を図-6 に示す。言い換えれば、図-6 は、密粒度をベースとした二層式の2種類の残

存タイヤ/路面騒音低減効果を示すものである。

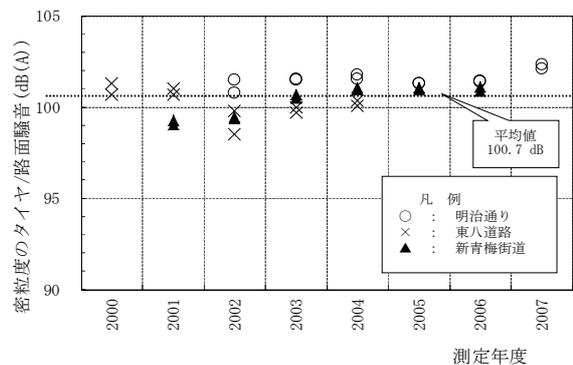


図-7 供用中の密粒度におけるタイヤ/路面騒音の供用性

密粒度の供用時間ゼロか月（施工直後）のタイヤ/路面騒音は、これまでの調査結果から得られた密粒度の供用時間ゼロか月（施工直後）のタイヤ/路面騒音平均値 95.5dB<sup>14)</sup>から、95dBとした。

同様に、供用中のタイヤ/路面騒音平均値は、これまでのタイヤ/路面騒音の調査結果から得られた図-7に示す供用中のタイヤ/路面騒音平均値 100.7dB<sup>14)</sup>から、100dBとした。

なお、図-6の横軸は、供用時間（月）。縦軸は、小さい○が（二層式のタイヤ/路面騒音-95dB）、大きい○が（二層式のタイヤ/路面騒音-100dB）である。

①（二層式のタイヤ/路面騒音-100dB）に対する供用性曲線では、二層式の残存タイヤ/路面騒音低減効果は、約 100 か月（8.3年）で、-6.4dBである。すなわち、二層式は、密粒度供用中タイヤ/路面騒音

平均値と比較して、供用時間約 8年で約 6dB小さい。

②（二層式のタイヤ/路面騒音-95dB）に対する供用性曲線では、二層式の残存タイヤ/路面騒音低減効果は、約 100 か月（8.3年）で、-1.4dBである。すなわち、二層式は、密粒度施工直後タイヤ/路面騒音と比較して、供用時間約 8年で約 1dB小さい。

③（二層式のタイヤ/路面騒音-95dB）に対する供用性曲線では、外挿により、二層式のタイヤ/路面騒音が密粒度のタイヤ/路面騒音と同程度になるのは、150 か月（12.5年）であり、この時点で、二層式の残存タイヤ/路面騒音低減効果がゼロとなることを示している。

④ なお、舗装本体の設計期間は、10年である。

(2) 二層式の 2014年2月積雪後の騒音低減性能  
2014年2月積雪後の二層式の騒音低減性能の調査対

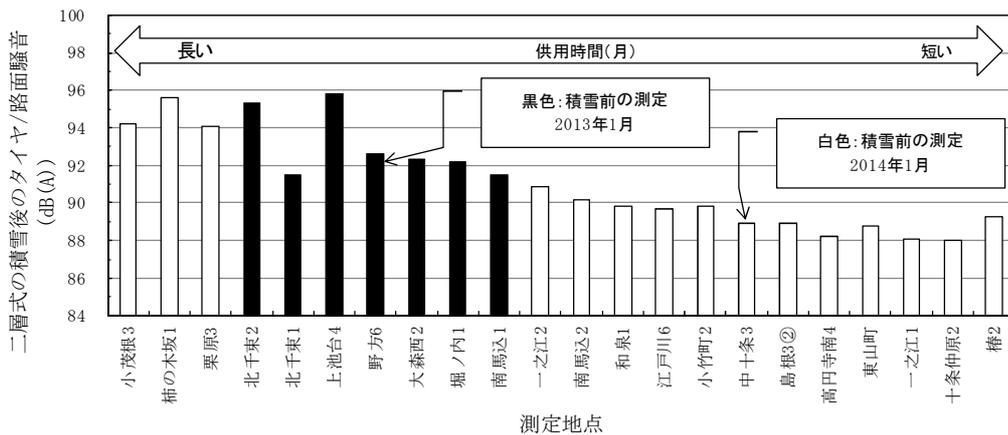


図-8 二層式の積雪後のタイヤ/路面騒音

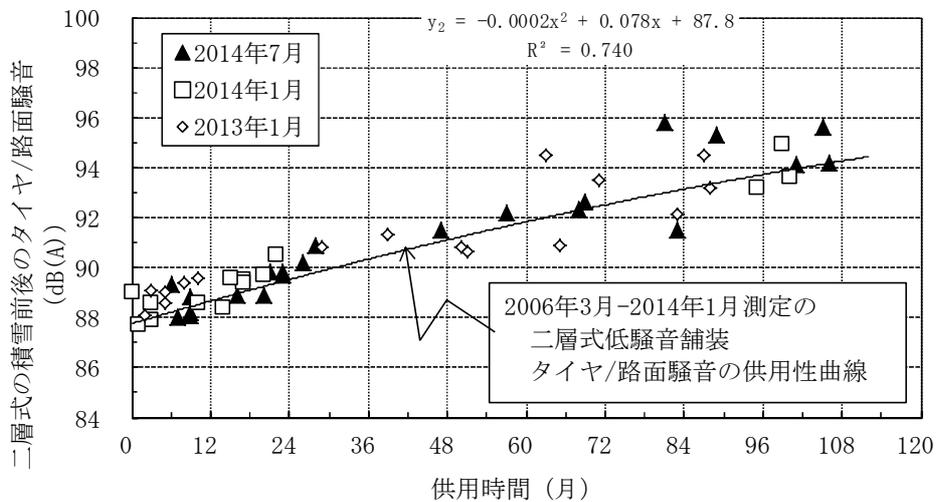


図-9 二層式の積雪前後のタイヤ/路面騒音

象区間は、表-2に示した環七から抽出した22区間である。積雪後の騒音低減性能は、積雪前の2013年1月、2014年1月、積雪後の2014年7月のタイヤ/路面騒音測定結果に対して、「(1)騒音低減性能の供用性曲線」に基づき検討した。

### 1) 二層式の積雪後のタイヤ/路面騒音

積雪後2014年7月に測定された22測定地点のタイヤ/路面騒音を、図-8に示す。図-8は、供用時間の長い測定地点を図の左側に、短い測定地点を右側に並べたものである。図中の黒色の棒線の測定地点は積雪前の直近の測定が2013年1月、白色の棒線の測定地点は積雪前の直近の測定が2014年1月である。

図-9は、二層式の積雪後のタイヤ/路面騒音に二層式の積雪前のタイヤ/路面騒音(2013年1月、2014年1月)の測定結果を加えて供用時間(月)(横軸)に対して示したものである。なお、図-9に描いてある曲

線は、2006年3月から積雪前の2014年1月までに測定された二層式のタイヤ/路面騒音に対するもので、図-5に示した二層式のタイヤ/路面騒音に対する供用性曲線である。

① 図-8、9より、供用時間(月)の長い測定地点はタイヤ/路面騒音が大きく、供用時間(月)の短い測定地点はタイヤ/路面騒音が小さい。

② ①の結果は、図-5に示した二層式のタイヤ/路面騒音の供用性曲線に包含される。

### 2) 二層式の積雪前に対する積雪後のタイヤ/路面騒音の増分量

二層式の積雪前に対する積雪後のタイヤ/路面騒音の増分量を図-10に示す。なお、積雪後の測定は2014年7月であったが、積雪前直近の測定は、22測定地点中、15測定地点が2014年1月(6か月前)、7測定地点が2013年1月(18か月前)であった。したがって、

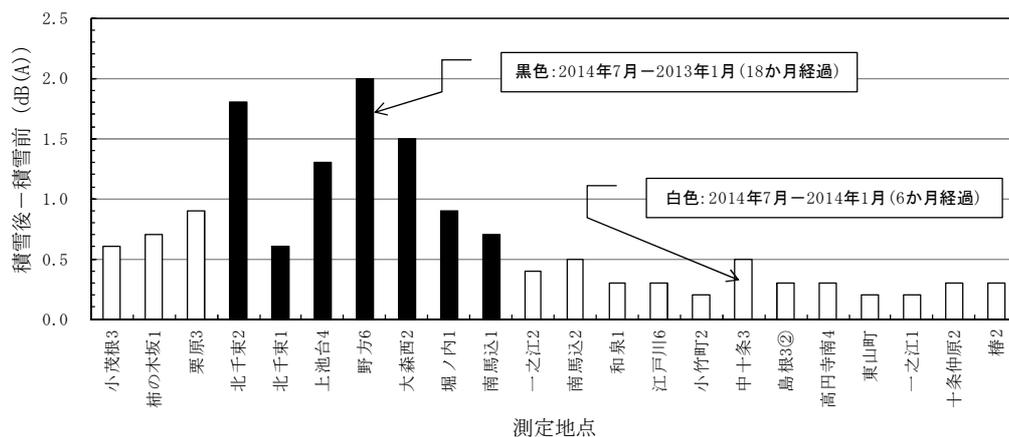


図-10 二層式の積雪後の積雪前に対するタイヤ/路面騒音の増分量

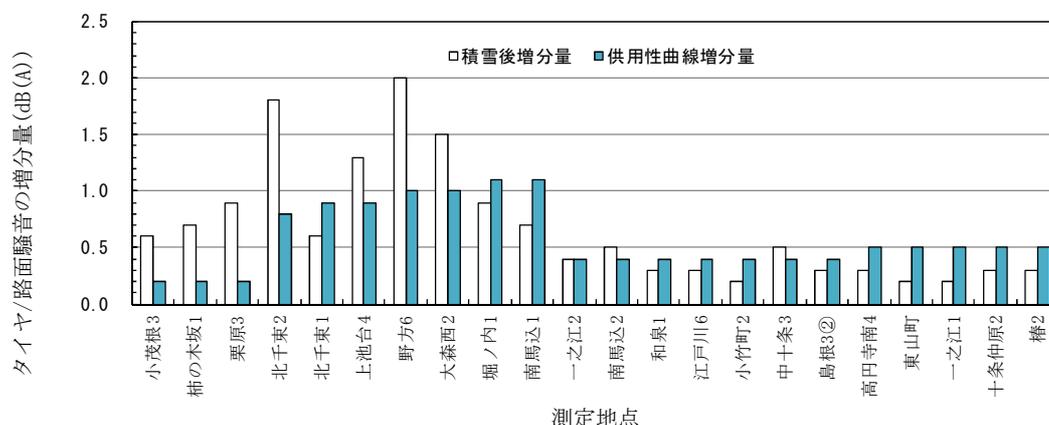


図-11 タイヤ/路面騒音の増分量(積雪後の積雪前に対する増分量、供用性曲線増分量)

図-10の白色棒線で示す15測定地点は経過月数6か月前に対する増分量であり、図-10の黒色棒線で示す7測定地点は18か月前に対する増分量である。

### 3) 時間経過によるタイヤ/路面騒音の増分量

積雪前に対して、積雪後は15測定地点が6か月、7測定地点が18か月経過している。したがって、積雪後のタイヤ/路面騒音を評価するに際しては、経過時間に対するタイヤ/路面騒音の増分量、すなわちタイヤ/路面騒音低減量の減少分を考慮し、積雪前のタイヤ/路面騒音に対する積雪後のタイヤ/路面騒音の増分量を算出した。

図-11に、図-10に示した積雪後の積雪前に対するタイヤ/路面騒音の増分量とともに、測定地点ごとに右隣に時間経過に対するタイヤ/路面騒音の増分量を示す。経過時間に対する増分量は、図-5で示した二層式のタイヤ/路面騒音の供用性曲線から、各測定地点の積雪前測定時点での供用時間(月)に対するタイヤ/路面騒音、積雪後測定時点での供用時間(月)に対するタイヤ/路面騒音を算出し、その差を各測定地点における経過時間によるタイヤ/路面騒音の増分量とした。

### 4) 供用性曲線によるタイヤ/路面騒音増分量を差し引いた積雪後の積雪前に対するタイヤ/路面騒音増分量

供用性曲線によるタイヤ/路面騒音増分量(時間経過によるタイヤ/路面騒音増分量)を差し引いた積雪後の積雪前に対するタイヤ/路面騒音増分量を各測定地点について図-12に示す。

図-12における増分量を、各測定地点における積雪による影響の程度を示す指標として評価した。なお、調査対象とした二層式の測定地点の最長供用期間は、9年である。

- ① 0.5dB超過の測定地点は、栗原3(0.7dB)、北千束2(1.0dB)、野方6(1.0dB)の3測定地点である。
- ② 0.5dB程度の測定地点は、小茂根3(0.4dB)、柿の木坂1(0.5dB)、上池台4(0.4dB)、大森西2(0.5dB)の4測定地点である。
- ③ ①の0.5dB超過の各測定地点の供用時間(月)は、栗原3(101か月)、北千束2(89か月)、野方6(69か月)である。
- ④ ②の0.5dB程度の各測定地点の供用時間(月)は、小茂根3(106か月)、柿の木坂1(105か月)、上池台4(81か月)、大森西2(68か月)である。
- ⑤ 供用期間が7年以上9年未満の4測定地点の増分量は、全て0.5dB程度以上である。
- ⑥ 供用期間が4年以上7年未満の5測定地点の増分量は、2測定地点で増分量はマイナスであるが、3測定地点で0.5dB程度以上である。
- ⑦ 供用期間が4年未満の13測定地点の増分量は、0.1dB以下である。
- ⑧ ①～⑦の結果から、供用期間の長い二層式は増分量が多い傾向にあり、積雪によるチェーン装着タイヤなどによる舗装路面のダメージが騒音低減性能に対して影響を与えていると推察する。
- ⑨ ①～⑦の結果から、供用期間の短い二層式は増分量

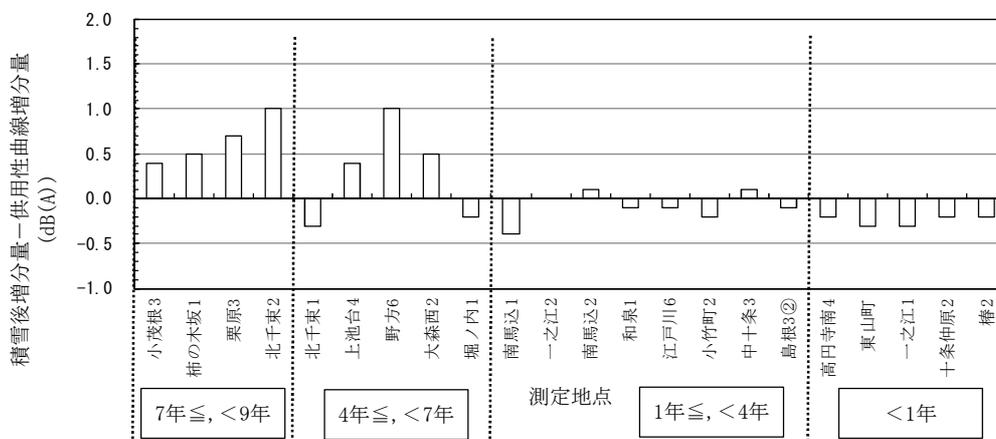


図-12 タイヤ/路面騒音増分量(積雪後の積雪前に対する増分量-供用性曲線増分量)

量が 0.1dB 以下であり、積雪によるチェーン装着タイヤなどによる舗装路面のダメージが騒音低減性能に対して影響を与えるまでには至っていないと推察する。

### 5) 積雪前後のタイヤ/路面騒音の周波数特性

積雪前後のタイヤ/路面騒音の周波数特性の例を図-13、14 に示す。

図-13 は、積雪によるチェーン装着タイヤなどスリップ対策をした車両の走行が騒音低減性能に対して影響を与えていると評価した二層式の例「測定地点 栗原 3」における積雪後 2014 年 7 月、積雪直前 2014 年 1 月、積雪前 2013 年 2 月に測定されたタイヤ/路面騒音の 1/3 オクターブバンドレベルの周波数特性である。

また、図-14 は、積雪によるチェーン装着タイヤなどスリップ対策をした車両の走行が騒音低減性能に対して影響を与えるまでには至っていないと評価した二層式の例「測定地点 一之江 2」における積雪後 2014 年 7 月、積雪直前 2014 年 1 月、積雪前 2013 年 2 月に測定されたタイヤ/路面騒音の 1/3 オクターブバンドレベルの周波数特性である。

① 騒音低減性能に対する影響を受けていると評価した二層式の例では、1250Hz～2000Hz の周波数帯域で、積雪後は増大傾向が認められる。この高い周波数帯域はトレッドパターンノイズに係るものであり、路面の空隙詰まりや空隙潰れの進行によるものと推察する。また、400Hz～500Hz の周波数帯域で、積雪後

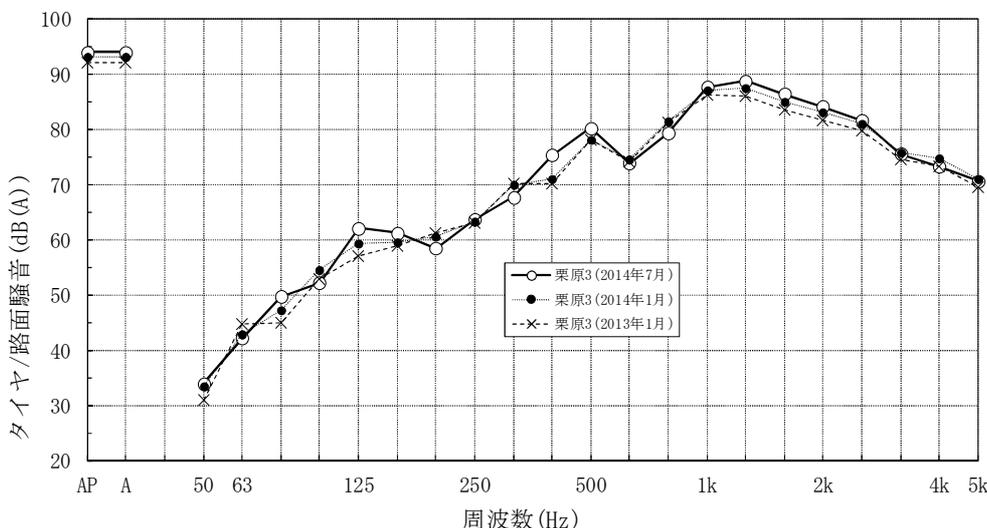


図-13 栗原 3 の 1/3 オクターブバンド周波数特性

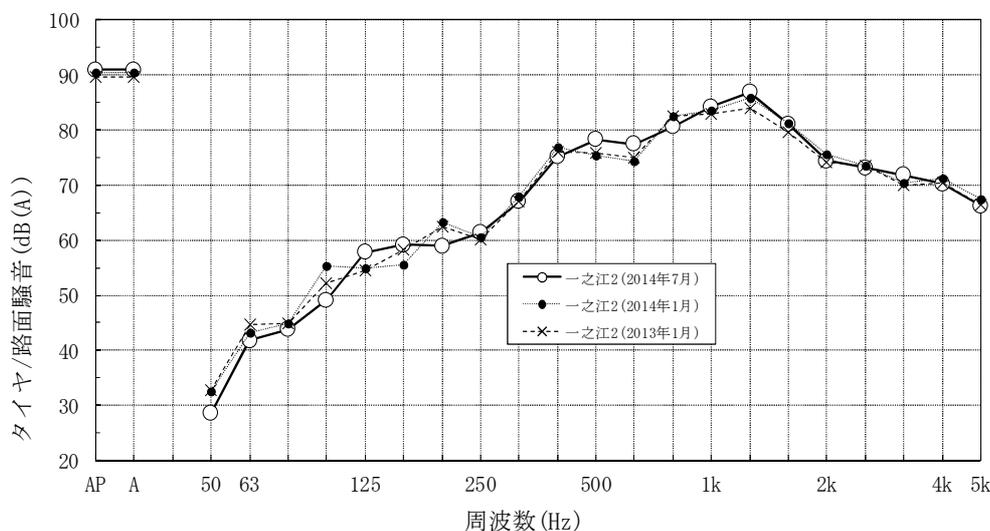


図-14 一之江 2 の 1/3 オクターブバンド周波数特性

は増大傾向が認められる。この低い周波数帯域はタイヤの加振に起因する振動ノイズに係るものであり、路面のあれによるものと推察する。

- ② 騒音低減性能に対する影響を受けていないと評価した二層式の例では、500Hz～630Hzの周波数帯域での積雪後の増大傾向が認められるが、タイヤ/路面騒音の低減効果にもっとも寄与率のある高い周波数帯域での増大は認められない。全体として、騒音低減性能は、積雪前後の大きな差は認められない。

## 6. まとめ

### (1) 騒音低減性能の供用性曲線

#### 1) タイヤ/路面騒音の供用性曲線

2005～2014年1月（積雪前）までの騒音測定車による測定結果から、二層式および13mmtop低騒音のタイヤ/路面騒音の供用性曲線を作成し、考察した。

- ① 100か月（8年程度）供用した時点でも、二層式が、供用開始直後の二層式と13mmtop低騒音とのタイヤ/路面騒音の差1～2dBを維持し、下回っている。
- ② 二層式および13mmtop低騒音のタイヤ/路面騒音の供用性の変化の割合（経時変化の割合）は、同程度である。

#### 2) 二層式と密粒度のタイヤ/路面騒音の比較

密粒度をベースとした二層式のタイヤ/路面騒音の残存タイヤ/路面騒音低減効果について考察した。

- ① （二層式のタイヤ/路面騒音－100dB）に対する供用性曲線では、二層式の残存タイヤ/路面騒音低減効果は、約100か月（8.3年）で、－6.4dBある。
- ② （二層式のタイヤ/路面騒音－95dB）に対する供用性曲線では、二層式の残存タイヤ/路面騒音低減効果は、約100か月（8.3年）で、－1.4dBである。
- ③ （二層式のタイヤ/路面騒音－95dB）に対する供用性曲線では、外挿により、二層式のタイヤ/路面騒音が密粒度のタイヤ/路面騒音と同程度になるのは、150か月（12.5年）であり、この時点で、二層式の残存タイヤ/路面騒音低減効果がゼロとなることを示している。
- ④ なお、舗装本体の設計期間は、10年である。

### (2) 二層式の2014年2月積雪後の騒音低減性能

積雪後の騒音低減性能の検討は、積雪前の2013年1

月、2014年1月、積雪後の2014年7月のタイヤ/路面騒音測定結果に対して、二層式のタイヤ/路面騒音の供用性を基礎として検討した。

- ① 供用期間の長い二層式はタイヤ/路面騒音の増分量が多い傾向にあり、積雪によるチェーン装着タイヤなどによる舗装路面のダメージが積雪後の騒音低減性能に対して影響を与えていると推察する。

- ② 供用期間の短い二層式はタイヤ/路面騒音の増分量が0.1dB以下であり、積雪によるチェーン装着タイヤなどによる舗装路面のダメージが積雪後の騒音低減性能に対して影響を与えるまでには至っていないと推察する。

- ③ 1/3オクターブバンドによる周波数分析の結果、騒音低減性能に対する影響を受けていると評価した二層式の例では、1250Hz～2000Hzの周波数帯域で、積雪後は増大傾向が認められる。この高い周波数帯域はトレッドパターンノイズに係るものであり、路面の空隙詰まりや空隙潰れの進行によるものと推察する。また、400Hz～500Hzの周波数帯域で、積雪後は増大傾向が認められる。この低い周波数帯域はタイヤの加振に起因する振動ノイズに係るものであり、路面のあれによるものと推察する。

- ④ 1/3オクターブバンドによる周波数分析の結果、騒音低減性能に対する影響を受けていないと評価した二層式の例では、500Hz～630Hzの周波数帯域での積雪後の増大傾向が認められるが、タイヤ/路面騒音の低減効果に最も影響を与える高い周波数帯域での増大は認められない。全体として、騒音低減性能は、積雪前後の大きな差は認められない。

## 7. おわりに

本文は、沿道環境騒音を低減させることを目的として開発し導入してきた二層式低騒音舗装の固有性能である騒音低減性能として、タイヤ/路面騒音について調査、整理した結果を示し、この結果を基礎として、2014年2月、1969年以来45年ぶりの都内における記録的積雪（26cm）<sup>9)</sup>に見舞われ、チェーン装着タイヤなどスリップ対策をした車両の走行に曝された二層式低騒音舗装の騒音低減性能について評価したものである。具体的には、タイヤ/路面騒音を指標とした二層式低騒音

舗装の騒音低減性能に対する供用性曲線を作成し、この供用性曲線を基礎として、供用期間の長い二層式低騒音舗装の騒音低減性能に影響があったことが推察された。

13mmtop 低騒音舗装は、1987 年度検証開始、1995 年度本格施工開始し沿道整備道路に適用、同年度に夜間要請限度超過区間に適用拡大、2004 年度より夜間環境基準超過区間に拡大適用している。本格施工の適用実績は 20 年、試験施工追跡調査期間を加えれば 28 年に及んでいる。二層式低騒音舗装は、1998 年度検証開始、2005 年度より本格施工開始し優先的対策道路区間に適用している。本格施工の適用実績は 10 年となり、優れた騒音低減性能を有する舗装として適用している。

道路敷地内での沿道環境騒音抑制の技術として遮音壁や環境緑地帯などあるが、現在、構築しやすい低減技術としては本文で取り上げた騒音低減性能をもつ舗装である。しかし、空隙を有する舗装であるがゆ

えに発生しやすい混合物のはく脱飛散、性能維持のための方法、舗装修繕時に発生するアスファルト混合物廃材の再生など克服すべき課題を抱えている。また、環境影響評価において適用されている（一社）日本音響学会の道路交通騒音予測式 ASJ RTN-Model 2013<sup>10)</sup>には、パワーレベルの舗装路面による補正量として、13mmtop 低騒音舗装は考慮されているが、二層式低騒音舗装は蓄積データが十分でないため参考資料として紹介されている。

以上の認識の下に、今後も引き続き騒音低減性能を有する舗装の性能維持向上のため調査検討を実施していく。

最後に、二層式低騒音舗装の構築に努力いただいている東京都建設局各建設事務所補修課、およびこの調査に関する当土木技術支援・人材育成センターとの合同検証者として多大なるご協力をいただいた東京都建設局道路管理部保全課の各位に対して、深甚なる感謝の意を表す。

## 参 考 文 献

- 1) 東京都建設局(2014):平成 26 年度道路工事設計基準、平成 26 年 4 月
- 2) (1968):騒音規制法、昭和 43 年法律第 98 号
- 3) 東京都(2000):騒音規制法の規定に基づく自動車騒音の限度を定める区域等、平成 12 年 3 月 15 日東京都告示第 279 号
- 4) (1993):環境基本法、平成 5 年 11 月 19 日法律第 91 号
- 5) 環境庁(1998):騒音に係る環境基準、平成 10 年 9 月 30 日環境庁告示第 64 号
- 6) 東京都(2000):環境基準と地域類型の当てはめ、平成 12 年 3 月 31 日東京都告示第 420 号
- 7) 東京都建設局道路管理部(2005):二層式低騒音舗装(車道)設計・施工要領(案)、平成 17 年 4 月
- 8) 東京都環境局ホームページ: <http://www.kankyo.metro.tokyo.jp>
- 9) 毎日新聞(2014):平成 26 年 2 月 9 日毎日新聞朝刊
- 10) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会(2014):道路交通騒音の予測モデル “ASJ RTN-Model 2013”、日本音響学会誌 70 巻 4 号 (2014)
- 11) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会(2004):道路交通騒音の予測モデル “ASJ RTN-Model 2003”、日本音響学会誌 60 巻 4 号 (2004)
- 12) 東京都建設局道路管理部(2009):二層式低騒音舗装(車道)設計・施工要領(案)、平成 21 年 12 月
- 13) (社)日本道路協会(2006):舗装性能評価法—必須および主要な性能指標の評価法編一、54-62、平成 18 年 1 月、丸善(株)
- 14) 田中輝栄(2008):騒音低減性能をもつ舗装のタイヤ/路面騒音、平 20 都土木技術センター年報、51-62